

*Artículo de Divulgación. Revista Gaceta Técnica. Volumen 17(1) pp. 81-88, enero – junio, 2017.  
ISSN 1856-9560 (Impreso) ISSN: 2477-9539 (Internet) Depósito Legal pp 1999907LA22 ppi201602LA4730*

---

# VENEZUELA: ENSEÑAR EN TIEMPOS REVUELTOS

## VENEZUELA: TEACHING IN TROUBLED TIMES

H. Oré<sup>1</sup>

*Recibido 11/04/2016: Aprobado: 03/05/2017*

### RESUMEN

Unos de los factores clave del quehacer docente es mantenerse al día en los avances que se van suscitando continuamente en las áreas de las cuales son expertos; aspecto que, en ocasiones por múltiples razones, no es fácil que sea factible. La actualización, ya sea en contenidos, nuevas tecnologías, así como metodologías de enseñanza y aprendizaje son requeridas para la formación de estudiantes competentes capaces de desempeñarse ante sus pares. En este escrito se presenta cómo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) aplicada en la asignatura “Aguas Subterráneas” del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, promovió el intercambio de información, capacitación del estudiantado en materia de programas empleados en el área, así como la cooperación para el estudio de situaciones reales en el contexto de los acuíferos del estado Lara, en Venezuela.

**Palabras clave:** *Aprendizaje Basado en Proyectos, ABP, Aguas Subterráneas*

---

<sup>1</sup>Hugo Oré. Docente Investigado en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. Ingeniero Civil. Correo: [oguardia@ucla.edu.ve](mailto:oguardia@ucla.edu.ve)

**ABSTRACT**

One of the key aspects of the teaching task is to keep up with the advances that continually come up in the areas in which they are experts; Aspect that at times for multiple reasons is not easy that is feasible. The updating in content, new technologies, as well as teaching and learning methodologies is required for the training of competent students capable of performing before their peers. This paper presents how the methodology of Project-Based Learning (ABP) applied in the subject "Underground Water" of the civil engineering program of the Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, promoted the exchange of information, training of students in the field of software used In the area, as well as cooperation for the study of real situations in the context of the Lara state aquifers in Venezuela.

**Keywords:** *Project-Based Learning, PBL, Groundwater*

**1. INTRODUCCIÓN**

En los tiempos actuales el ejercicio de la enseñanza universitaria en Venezuela constituye una prueba de innegable vocación docente; más aún si se considera el impacto que el entorno socio-económico ha tenido sobre la capacidad adquisitiva de la población, incluidos los profesores universitarios. Como resultado las casas de estudio evidencian una creciente migración docente, aunada a la casi imposibilidad de formar generaciones de relevo debido a los numerosos concursos que deben declararse desiertos por falta de postulantes.

Por otro lado, los procesos de capacitación continua se vuelven en ocasiones difícil de acceder ya sea por cuestiones económicas, o simplemente por el hecho de estar inmersos en un mundo globalizado donde los avances científicos son realmente vertiginosos e impresionantes, siendo uno de sus soportes principales el acelerado desarrollo de las ciencias de la computación las cuales han impactado todos los ámbitos del quehacer humano. Ello amerita por parte del docente un sostenido proceso de actualización académica, a fin de mantenerse en el tapete de la información renovando las asignaturas que dictan.

Esta no es la situación actualmente en la mayoría de las universidades venezolanas. Además se está volviendo cuesta arriba el acceso a plataformas tecnológicas en constante modernización, mantenimiento, así como la reposición de equipos para preservar sus velocidades de procesamiento y capacidades de memoria en condiciones adecuadas. Sin embargo, es preciso buscar alternativas dentro de las paredes universitarias a fin de que el profesor experto en contenidos esté al día con los nuevos cambios tecnológicos, y a su vez promueva variantes en las asignaturas que dictan, logrando egresados con niveles para poder competir ante sus pares en cualquier lugar o trabajo.

## 2. DESARROLLO

Hablando específicamente en el ámbito de la ingeniería de recursos hidráulicos, existen numerosas aplicaciones que facilitan los procesos de almacenamiento y procesamiento de grandes cantidades de información georeferenciada y, por ende, el análisis de escenarios alternativos de gestión del recurso agua; o la modelación hidrológica distribuida, asociada a los modelos globales de cambio climático lo que constituye otro ejemplo del uso de dichas aplicaciones. Esto amerita intervenir los procesos de aula en la búsqueda de nivelar al estudiantado tal como se mencionó anteriormente, además de crear un escenario de enseñanza en el que se puedan recrear otros docentes del Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

Ahora bien ¿Cómo enfrentar esta situación si se desea mantener, y mejorar, los niveles académicos en las cátedras y en la investigación? La respuesta no es sencilla y este escrito no pretende proporcionarla. Sin embargo aquí se describe una experiencia educativa en la asignatura electiva Aguas Subterráneas, del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Sanitaria, en el lapso 2016-I, del programa de ingeniería civil de la UCLA.

El punto de partida fue la definición de una metodología docente que favoreciese, en el marco del contexto descrito, que permitiera fomentar las competencias deseables para el ingeniero civil en materia de aguas subterráneas; obviamente éstas deberían tener pertinencia con el entorno social, aún en las particulares circunstancias por las que atraviesa el país. Realizándose una labor de investigación, permitió apreciar las prácticas de otras universidades, principalmente españolas y latinoamericanas, en éstos temas y sus aplicaciones en la enseñanza de la ingeniería civil o ingeniería en general. Ello se enriqueció con el contacto vía redes sociales, con egresados de la UCLA que actualmente laboran profesionalmente, o efectúan procesos de revalidación de título profesional, en prestigiosas facultades de ingeniería civil, en algunos países de Latinoamérica.

Se evidenció que el proceso educativo se desarrolla en el contexto de un mundo conectado, lo que posibilita la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Obviamente, implica cambios en los modelos de enseñanza y de aprendizaje, así como el conocimiento de las herramientas informáticas factibles de emplear en cada materia específica. Se observó también, cómo se han desarrollado nuevas modalidades como lo es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), relevante para su aplicación en la enseñanza de la ingeniería civil. De acuerdo a Willard y Duffrin, citados en [1], es un método de enseñanza efectivo, si se compara con estrategias de enseñanza tradicionales, especialmente para el

desarrollo de competencias en la solución de problemas de la vida real.

Es importante resaltar, que si bien el ABP promueve una educación centrada en el estudiante, no debe entenderse esto como la flexibilización del nivel de exigencia académica, aspecto importante a considerar. Bajo esta premisa, el profesor estimula y apoya el análisis y la reflexión, deja de ser sólo un elemento emisor, convirtiéndose en facilitador; el estudiante debe aprender a aprender, desarrollando su capacidad de razonamiento y deducción. Un aspecto didáctico considerado como técnica de aprendizaje dentro del marco de ABP es realizar un proyecto, el que representa un elemento integrador en el cuál el profesor termina siendo un miembro más del equipo de trabajo.

De acuerdo a Galeana de la O. [2] el ABP puede ser concebido de acuerdo al contexto de aplicación y necesidad educativa como: método de instrucción, estrategia de aprendizaje, o estrategia de trabajo. La clave es la cooperación y colaboración para el logro de una meta, permitiendo mejorar la habilidad para resolver problemas, promover el trabajo en equipo, “aumentar el conocimiento y habilidad en el uso de las TIC en un ambiente de proyectos” y la responsabilidad por el propio aprendizaje.

Con este concepto básico en mente, y con las debidas limitaciones derivadas del hecho de ser el autor un inexperto en temas pedagógicos, se procedió a realizar las variantes en la planificación didáctica en la materia electiva “Aguas Subterráneas”, con el objetivo subyacente de: favorecer el desempeño en el desarrollo de proyectos, fomentar competencias de trabajo colaborativo, y formación en el manejo de programas empleados a nivel mundial en el área de hidráulica. Para el lapso académico mencionado, se contó con veintiséis (26) estudiantes inscritos, quienes se organizaron en grupos de tres (3) o cuatro (4), siendo la selección de los integrantes definidos por ellos mismos. Es importante señalar, que lo usual en la conformación de equipos es que se mantenga la estructura de los que han trabajado y compartido a lo largo de la carrera, constituyéndose cierta empatía, lo que facilitó su organización para el trabajo.

El contenido programado en la asignatura se dividió en dos bloques: el primero era común para todos los estudiantes por lo que su estudio era individual, y correspondía a la hidráulica subterránea; el segundo de ejecución grupal consistiendo en la formulación y desarrollo del proyecto especial asignado en acuíferos del Estado Lara, en Venezuela. Cabe destacar que como medio para el desarrollo de los proyectos tuvo gran preponderancia el uso de las redes sociales, especialmente WhatsApp, Facebook y YouTube, fue intensivo para efectuar consultas, lo que permitió compartir información o fijar reuniones con cada equipo integrado.

De esta forma se logró que las actividades académicas en la materia, no fuesen afectadas por las frecuentes paralizaciones derivadas de la conflictividad social u otras causas injustificadas. Para el almacenamiento e intercambio de volúmenes apreciables de información, se utilizaron sitios Web gratuitos con capacidad de hasta 50 GB.

Un primer proyecto estuvo referido a la aplicación de un programa libre para la simulación de acuíferos, el MODFLOW (<https://water.usgs.gov/ogw/modflow/>) [3]; ello permitió a los estudiantes conceptualizar de manera integral las ecuaciones básicas del flujo subterráneo, las características y parámetros hidrogeológicos y los métodos de solución numérica de dichas ecuaciones. Previamente la extensa información fundamental debió ser procesada y evaluada, en cada uno de los doce (12) estratos que considera el modelo conceptual, para luego generar los archivos de datos del modelo de simulación. La modelación se realizó en el acuífero del valle de Quíbor.

Otro proyecto abordó el tema de la evaluación de los procedimientos de interpolación espacial en la elaboración de los modelos digitales de elevación del terreno (MDE); a partir de los cuales se pudo construir el modelo tridimensional del acuífero con los estratos considerados. En total se evaluaron doce (12) métodos de interpolación utilizándose los parámetros de fiabilidad de la información en relación al número de datos y el error cuadrático medio, como parámetros de valuación. En el caso de la interpolación kriging se emplearon los programas libres SGeMS (<http://sgems.sourceforge.net/>) [4] y gvSIG (<http://www.gvsig.com/es>) [5] para el análisis geoestadístico, y generación de la superficie interpolada. Como estudio de caso se tomó igualmente que en el anterior, el acuífero del valle de Quíbor.

La recarga natural hacia los acuíferos, un aspecto muy importante en la gestión de los mismos, fue abordado por otro grupo de trabajo. En este caso se utilizó el programa QGIS (<http://www.qgis.org/es/site/>) [6] para la elaboración de la cartografía básica y la delimitación automática de la cuenca y subcuencas. Luego se programó un algoritmo de simulación mensual lluvia – escorrentía, en lenguaje Phyton (<https://www.python.org/>) [7], el cual estima las recargas laterales y por lluvia para cada cuenca y subcuenca; como estudio de caso se tomó la cuenca del río Sarare. La idea es que en futuros trabajos de investigación, o trabajos especiales de grado, el programa pueda ser utilizado como complemento en cualquier SIG de código abierto.

El programa libre IPI2Win (<http://geophys.geol.msu.ru/ipi2win.htm>) [8], para la interpretación de los sondeos eléctricos verticales fue evaluado, implementado y aplicado a los acuíferos del valle del río Turbio y de Barro Negro, en Duaca. En cada caso se construyó

el modelo conceptual del acuífero con los resultados obtenidos. El efecto que las condiciones no saturadas del suelo tienen en la estabilidad de los taludes naturales fue otro tema acometido como proyecto especial; en este caso se evaluó la relación entre la humedad del suelo y los esfuerzos de succión, para luego proceder a la modelación del deslizamiento utilizando el programa Slope/w (<https://www.geo-slope.com/products/slope-w>) [9] en su versión estudiantil. El talud sur de la ciudad de Barquisimeto fue el estudio de caso.

La necesidad de establecer perímetros de protección sanitaria para los pozos constituyó otro de los temas desarrollados; en este caso se evaluó y aplicó el programa libre WhAEM2000 (<https://www.epa.gov/exposure-assessment-models/whaem2000>) [10] al campo de pozos del acuífero del valle del Turbio que abastecen al sector Chirgua – El Cercado. El parámetro de modelación utilizado fue el de tiempo de viaje de los poluentes. El abastecimiento de agua en pequeños centros poblados ubicados en las partes altas de las cuencas constituye un problema cuya solución puede verse facilitada con el diseño y construcción de galerías filtrantes; este fue también un tema desarrollado como proyecto especial. El grupo elaboró un algoritmo, en Visual Basic para Aplicaciones en Excel ([https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737\(v=office.14\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737(v=office.14).aspx)) [11], con su correspondiente manual de usuario, el cual facilita el proceso de diseño y cálculo de dichas galerías filtrantes. La metodología empleada fue la desarrollada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) [12].

El último proyecto asignado se refirió a la implementación de máquinas virtuales que permitan el trabajo con diferentes versiones de Windows, incluyendo la 3.1, y diferentes sistemas operativos como Linux, Mac OS, entre otros. Ello debido a que, en materia de aguas subterráneas se cuenta con programas que, aunque fueron desarrollados para sistemas operativos antiguos, siguen siendo muy útiles; tal es el caso del programa libre Ground Water for Windows Software (GWW) (<http://www.geocities.ws/jkgww2001/>) [13] desarrollado por las Naciones Unidas. Se utilizó el software VirtualBox (<https://www.virtualbox.org/>) [14] para la configuración de la máquina virtual, ilustrándose también su uso con la instalación del SIG Qgis en el sistema operativo Linux.

Concluida la fase de desarrollo de los proyectos, cada grupo elaboró un informe final expuesto en un seminario denominado “Aplicaciones informáticas en la evaluación y gestión de acuíferos”, en el que los estudiantes debían presentar la experiencia en función de los resultados obtenidos y bondades del trabajo desarrollado como proyecto grupal.

### 3. CONCLUSIONES

A manera de corolario de la experiencia brevemente descrita pueden señalarse algunas conclusiones. La primera de ellas es que el impacto de la globalización y la irrupción de las TIC implican cambios profundos en los paradigmas de la docencia universitaria, lo cuál debe ser claramente percibido y derivar en el estudio, evaluación y aplicación de estas nuevas herramientas y metodologías en el aula. Aún en las difíciles circunstancias coyunturales que atraviesa la sociedad venezolana, la permanente actualización docente es una exigencia ineludible de esta sociedad de la información y que cada profesor debe asumir, en la medida de sus posibilidades, pero sin renunciar a ella. En este sentido la experiencia que se reporta demostró que el trabajo coordinado y el intercambio de información y de capacidades instaladas entre los equipos de trabajo estudiantil posibilitó la creación de una base de datos, programas, herramientas informáticas y una biblioteca virtual de la materia, todo ello alojado en la nube.

Por otro lado, la utilización de software libre y de código abierto es altamente recomendable en la docencia universitaria, ya que el acceso a dicho código permite un análisis más detallado de los procesos incluidos en el algoritmo, pudiendo inclusive modificarse y adaptarse a las condiciones y/o parámetros locales. Obviamente que en este caso fue necesario el conocimiento de nuevos lenguajes de programación, para lo cual se incluyó en la base de datos videos y bibliografía de cursos completos de Phyton, programación orientada a objetos, Qgis, SAS Planet, MapWindows, Gesoestadística, Linux, VirtualBox, entre otros.

Ahora bien, en el caso resaltante de la metodología de ABP aplicada, permitió ampliar de manera muy significativa el contenido de la materia ya que cada uno de los temas asignados fue desarrollado de forma extensiva por cada grupo para luego compartirlo exponiéndolo en el seminario. De esta manera, el estudiante pudo conocer temas muy específicos como los sondeos eléctricos verticales, los perímetros de protección sanitaria de pozos o los efectos de las condiciones de no saturación de suelos en la estabilidad de los taludes. Y lo que más destaca es que todo ello se aplicó a problemas reales del entorno.

No obstante, hay otros aspectos de la metodología aplicada que deben ser analizados y discutidos más ampliamente, tal es el caso de la técnica para evaluar este tipo de desarrollo en una materia. Obviamente, y a tenor de los proyectos presentados y públicamente expuestos, así como de las valoraciones escritas del primer bloque, los resultados pueden considerarse altamente satisfactorios, ya que cada grupo profundizó en las temáticas y software requerido, aplicados a situaciones del contexto de la zona.

Una vez más, debe ratificarse que uno de los paradigmas irrenunciables del qué hacer universitario es el logro de altos niveles de excelencia académica y actualización permanente en sus materias, especialmente en las de carácter profesional. La experiencia mostrada se inscribe en este contexto y obviamente está sujeta a discusión, evaluación y mejoras. Sin embargo, la dedicación y esfuerzo de los estudiantes, hicieron posible esta valiosa experiencia y evidenciaron una vez más que el país cuenta con valiosas reservas intelectuales y morales que, con toda seguridad, harán posible un mejor mañana.

#### 4. REFERENCIAS

- [1] M. A. Astorga, B. Flores, J. Ibarra, J. Mariscal, L. Vizcarra, Impacto del aprendizaje basado en proyectos implementado en una empresa escolar de Base Tecnológica dedicada al desarrollo de Software, ReCIBE, 4 No. 4, 2015, Disponible en: <http://recibe.cucei.udg.mx/Recibe/index.php/Recibe/article/view/51/84>,
- [2] L. Galeana de la O., Aprendizaje basado en proyectos, Revista digital en Educación a Distancia, V 27, 2006. Disponible en: <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>,
- [3] MODFLOW-2005 v.1.12.00. Disponible en: <https://water.usgs.gov/ogw/modflow/>
- [4] Stanford Geostatistical Modeling Software (SGeMS), Disponible en: <http://sgems.sourceforge.net/>
- [5] Sistema de Información Geográfica libre (gvSIG), Disponible en: <http://www.gvsig.com/es>
- [6] Sistema de Información Geográfica (QGIS), Disponible en: <http://www.qgis.org/es/site/>
- [7] Phyton, Disponible en: <https://www.python.org/>
- [8] IPI2Win, Disponible en: <http://geophys.geol.msu.ru/ipi2win.htm>
- [9] Slope/w, Disponible en: <https://www.geo-slope.com/products/slope-w>
- [10] United States Environmental Protection Agency, WhAEM2000, Disponible en: <https://www.epa.gov/exposure-assessment-models/whaem2000>
- [11] Visual Basic para Aplicaciones en Excel, Disponible en: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737\(v=office.14\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/office/ee814737(v=office.14).aspx)
- [12] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS, Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/fuente-informacion/centro-panamericano-ingenieria-sanitaria-ciencias-ambiente>, 2017
- [13] Ground Water for Windows Software (GWW), Disponible en: <http://www.geocities.ws/jkgww2001/>
- [14] VirtualBox, Disponible en: <https://www.virtualbox.org/>